



TITLE:

地域分析における構造・領域モデル(形の物理学,研究会報告)

AUTHOR(S):

藤井, 明; 原, 広司

CITATION:

藤井, 明...[et al]. 地域分析における構造・領域モデル(形の物理学,研究会報告). 物性研究 1984, 42(1): 107-115

ISSUE DATE:

1984-04-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91297>

RIGHT:

地域分析における構造・領域モデル

東大・生産技術研 藤 井 明
原 広 司

1. はじめに

都市あるいは建築を計画する場合に、その対象とする領域は、人間・社会の諸活動（アクティビティ）が投象されたひとつの“場”を形成していると考えられる。この“場”を分析し、その空間的な諸性状を把握することは、空間のモデル化を行なうに際しての最も基礎的な作業で、これを総称して地域分析と呼ぶ。地域分析は一般的には空間に分布する諸量を対象とし、その分析やネットワークの状況を解析するのであるが、特に圏域をその対象とする場合には領域の在り方が問題となる。領域を規定することは、計画の用語でいえばゾーニングの問題に相当するが、領域のとらえ方には次のふた通りのとらえ方がある。

- (a) あるひとつの領域を対象とし、その構造を把握する。
- (b) “場”全体を対象とし、その領域分割の状況を把握する。

地域分析においては、これらふたつの局面からさまざまなモデルが作られているが、形態的なモデルのいくつかについて以下、簡単な説明を試みる。

2. 領域の構造モデル

図1は昭和50年の首都圏の人口密度の分布状況をコンターで表現^{註1)}したものである。この

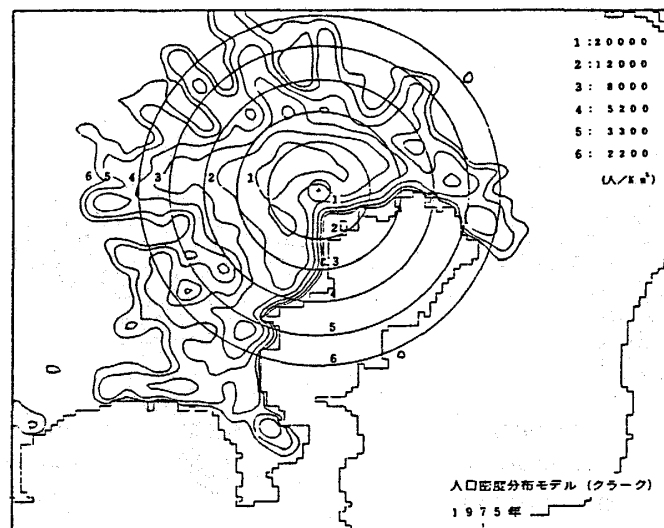
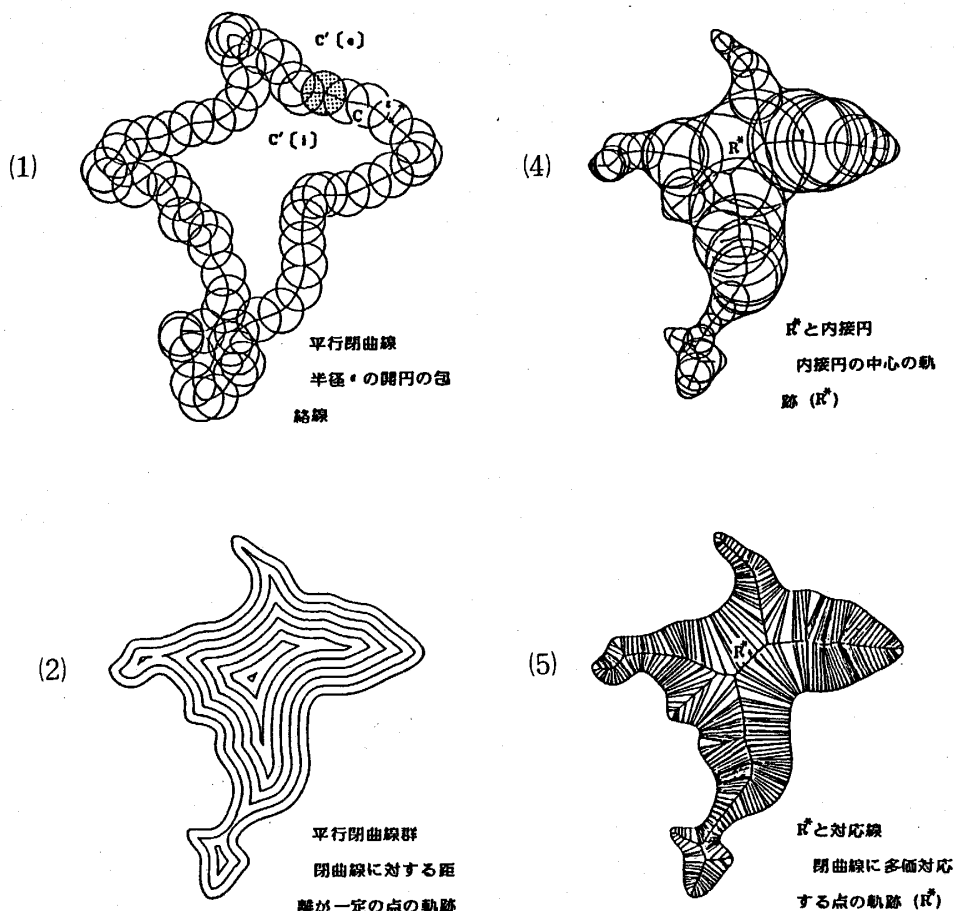


図1 首都圏の人口密度

図には同心円状のコンターが併記されているが、これは都市の人口密度の分布モデルのひとつ Clark モデル^{註2)}を首都圏に適用した場合に得られる仮想的な人口密度の分布を示している。都市の人口密度の分布状況を説明するモデルとしてはこの外に Sherratt や Newling^{註3)}のものが良く知られているが、いずれも1点を中心とし、そこから離れるに従って人口密度がどのように変化するかを定式化したものになっている。したがって、これらのモデルでは人口密度の分布は同心円状に展開する。しかし、現実のコンターの拡がりの形を見れば明らかなように、首都圏の人口密度の分布状況を規定する要因としては都心からの距離に加えて鉄道網の形が大きく作用していることは明快で、ちなみに Clark モデルの相関係数は -0.551 にすぎない。現実の分布状況に、より適合したモデルを構築するためには、1点中心型の構造にかわる新たな構造概念の導入が心要である。そこで、図形の形態的な特性を投像した中心概念として次のようなものと考えている。

図2-(1)に示された閉曲線 C は図1で人口密度が $12,000$ 人/ km^2 以上の領域を抽出したも



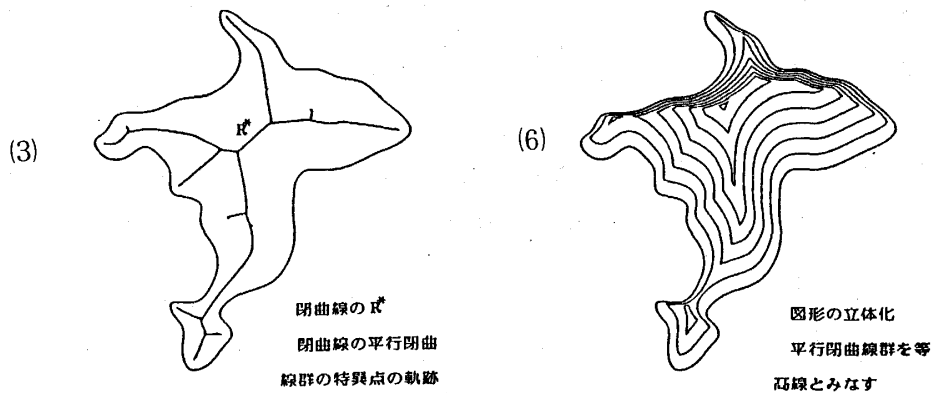


図 2. 閉曲線図形の R^*

のであるが、この閉曲線を例に説明を行なう。いま閉曲線 C 上の半径 ϵ の開円が移動するとすると、その時に出来る包絡線上の点は、閉曲線 C への距離が一定の点の集合になっている。そこで、平面上の 2 点 p, q の距離 $d(p, q)$ をユークリッド距離と規定した上で、平面上の点 p から閉曲線 C への距離を、

$$d(p, C) = \inf \{ d(p, c) \mid c \in C \}$$

とすると、次のような諸概念が順次、定義される。

<平行閉曲線>

平面上の閉曲線 C に対し、 $d(c', C) = \epsilon (0 \leq \epsilon)$ となる点 c' の集合、 $C' = \{ c' \mid c' \in R^2, d(c', C) = \epsilon \}$ を閉曲線 C の距離 ϵ の平行閉曲線という。

一般に平行閉曲線は閉曲線 C の内外に描くことができるが、これを $C'[i]$, $C'[e]$ とすると、

<閉曲線の特異点>

平面上の閉曲線 C に対し、距離 ϵ の平行閉曲線 ($C'[i]$, $C'[e]$) を考えた場合に、閉曲線 C 上の点 $p (p \in C)$ について、どのような距離の $\epsilon (0 < \epsilon)$ の平行閉曲線を考えても、 $d(p, C'[i]) \neq \epsilon$, または、 $d(p, C'[e]) \neq \epsilon$ となる点 p が存在するとき、この点 p を閉曲線 C の特異点という。

次に、距離 ϵ を変化させることにより平行閉曲線群 (図 2-(2)) を描くことが出来るが、この平行閉曲線群に対し、

<閉曲線の R^* >

平面上の閉曲線 C の内・外部領域に平行閉曲線群 $\{C'[i]\}$, $\{C'[e]\}$ を描くときに、この平行閉曲線群の特異点の軌跡を閉曲線 C の Ridge (R^*) という。

図 2-(3) は閉曲線の内部領域の R^* を描いたものであるが、図 2-(4) から明らかなように、 R^* は図形的には閉曲線の内(外)接円の中心の軌跡になっている。このように考えると、閉曲線の形態的な構造概念としての R^* は、円の中心が 1 点であることを他の一般的な図形にまで拡張した中心概念^{註4)} であるといえ、閉曲線上の点は内(外)接円の接点と中心という関係(図 2-(5))で、 R^* 上の点と対応づけられる。また、平行閉曲線群をコンターとみなすと閉曲線により規定された領域を立体化(図 2-(6))することが出来るが、これは安定勾配をもつ立体で、 R^* をその稜線・谷線に相当する空間曲線と考えることも出来る。

以上のように、 R^* は平面図形の面的な形態の特徴を線的なものに写像した構造概念として、図形の構造を語る上で有効なものとなり得るが、その前提として重要なのは R^* はあらゆる図形に存在し、かつ、一意に定まるということである。

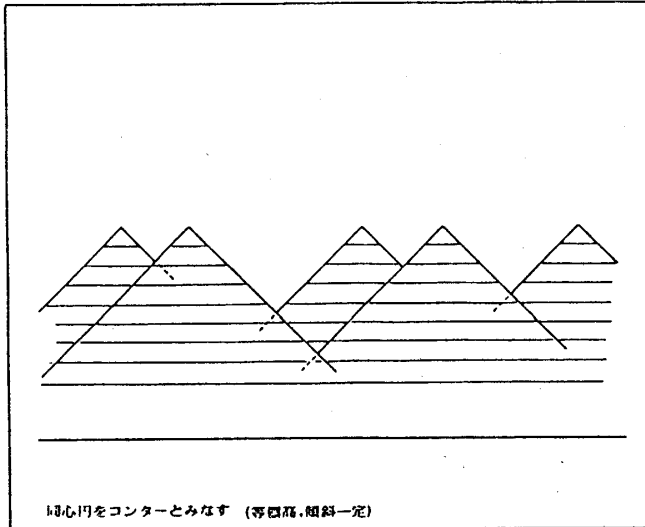
3. 領域分割モデル

次に地域分析における領域分割モデルのいくつかについて説明する。

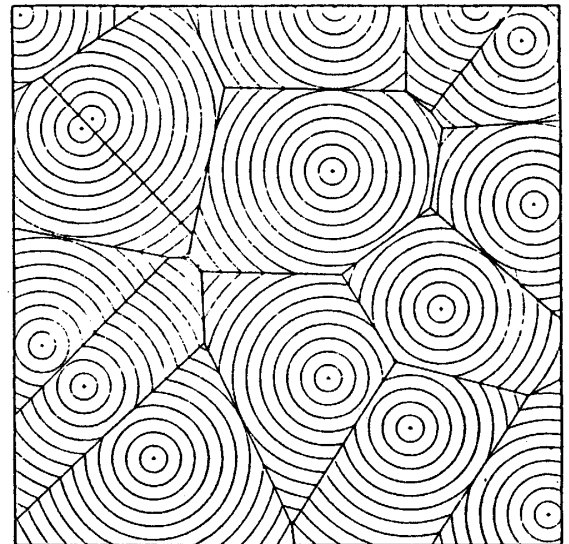
平面上に分布する点による領域分割モデルとして最も単純なものは Voronoi 分割^{註5)} である。図 3-(1)-b は平面上にランダムに与えた 15 の点の Voronoi 分割であるが、領域の境界となる等距離線は、各点から円を描いた場合にそれらが交叉する特異点の軌跡と考えることもできる。この場合、同心円をそのままコンターとみなすと、Voronoi 分割は図 3-(1)-a のように、同一の標高で、かつ、等勾配な山の斜面の重なりとして立体的にとらえることが出来る。

Voronoi 分割の地域分析への適用例として、有明海の県境の決定の問題を考えてみる。有明海には長崎・佐賀・福岡・熊本の 4 県が面しているが、海上の県境の決定はなされていない。海上の境界の規定の仕方にはいろいろあるが、国際法上は領海条件により等距離線を国境とすると定められている。この考え方を県境にも適用し、4 県を 88 の点で代表(図 4-(1)、○印は県境の点)した上で、海上部分の Voronoi 分割を行なったのが図 4-(2)である。境界線の内、他県との対応関係にあるものが県境となるが、図 4-(3)で網で示された領域は所属の不確定な領域である。この領域は県境でのデータ点の間隔を小さくすることにより無限に小さく出来るもので問題はない。なお、図 4-(4)は島の所属関係をかえた場合に県境がどのように変化するかを調べたものである。

次にモデルを少し複雑にして、立体化したモデルにおいて標高および勾配の一般化(図 3-(2)-a)をはかる。図 3-(2)-b は各点に適当な標高を与えた上で、勾配を正規分布型の関数

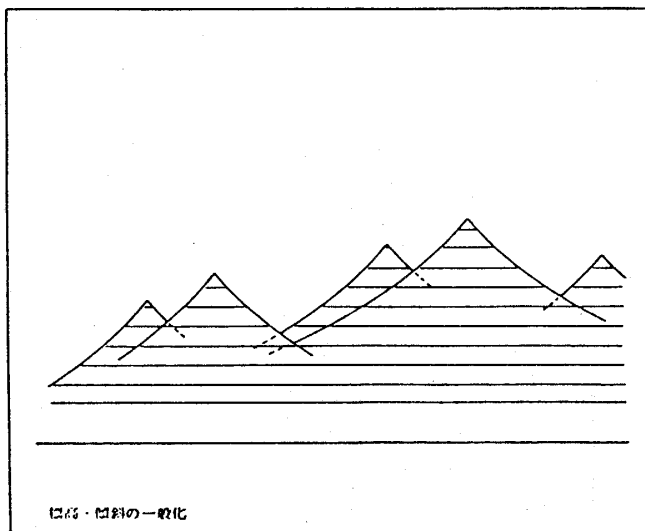


(1)- a

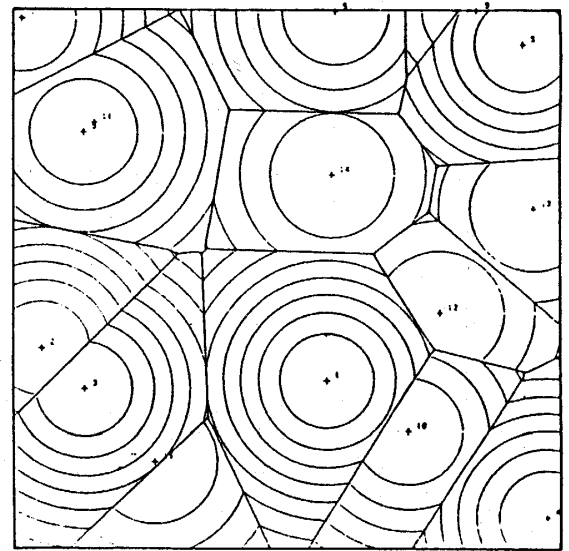


等距離線=同心円の特異点

(1)- b



(2)- a



一般化の形の領域区分

傾斜: 0.5

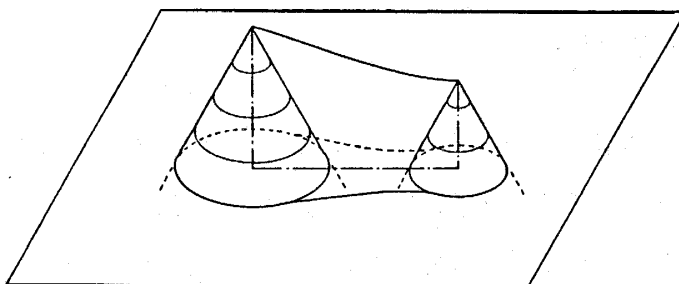
$$y = a \times \exp(-b \times x^2)$$

$$1 \sim 5 : a = 5, b = 0.07$$

$$6 \sim 10 : a = 4, b = 0.07$$

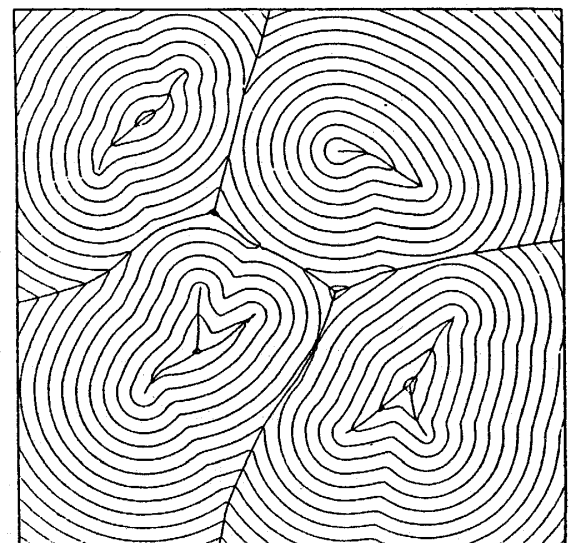
$$11 \sim 15 : a = 3, b = 0.07$$

(2)- b



球型の中心に於けるポテンシャル場 (等傾斜)

(3)- a



球型の中心をもつ場領域区分

(3)- b

図3 領域分割モデル

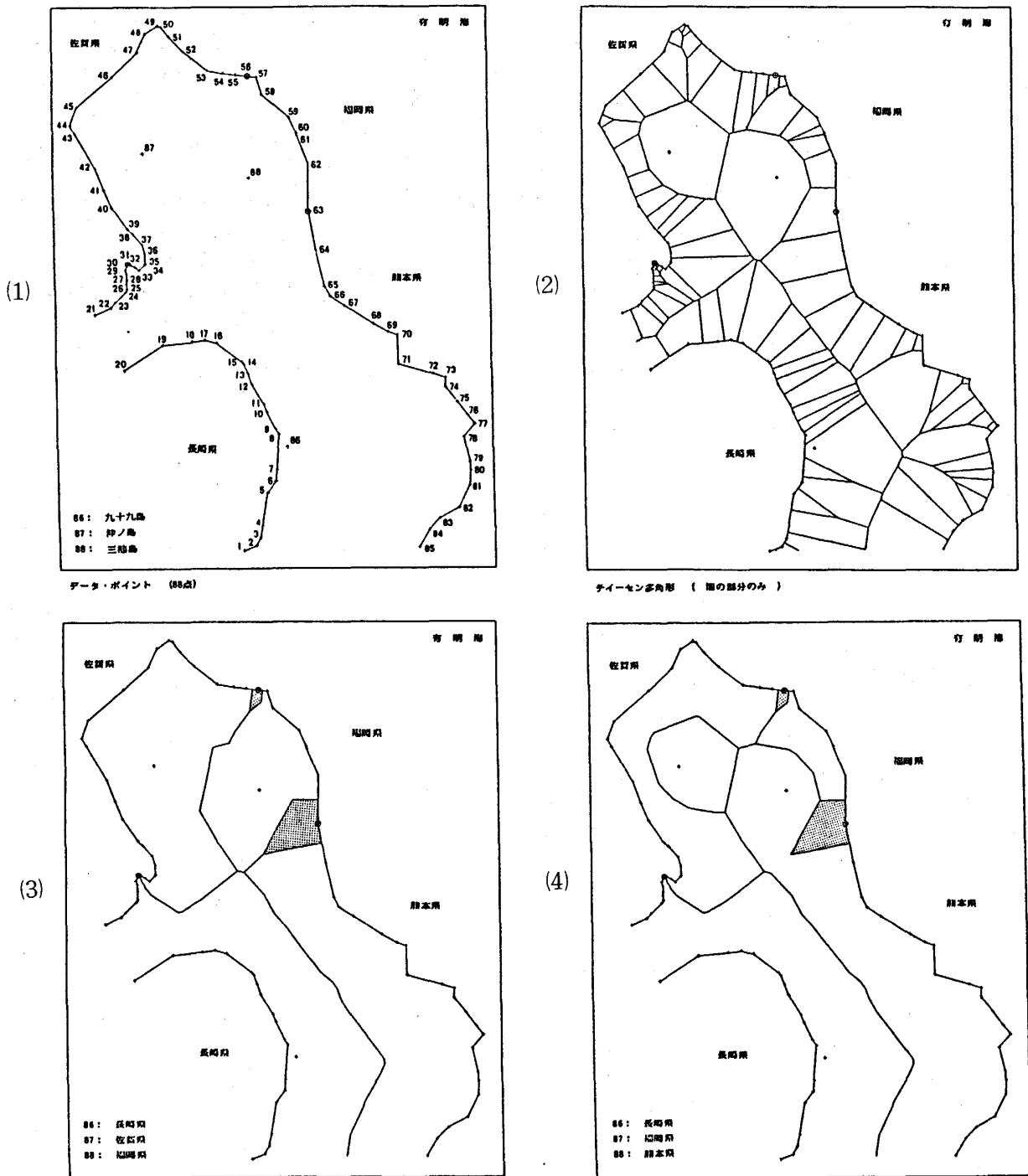


図4 有明海の県境

とした場合の領域分割を示している。このような標高および勾配を一般化したモデルは、地域分析では公共施設の利用圏、駅勢圏、商圈等の圏域を策定する問題に広く適用できる。

実例として多摩地区の駅勢圏について考えてみる。図5-(1)は多摩地区の鉄道網を示すが、各駅には山手線に至る最短時間^{註6)}が一次交通の所要時間として与えてある。このとき駅へのア

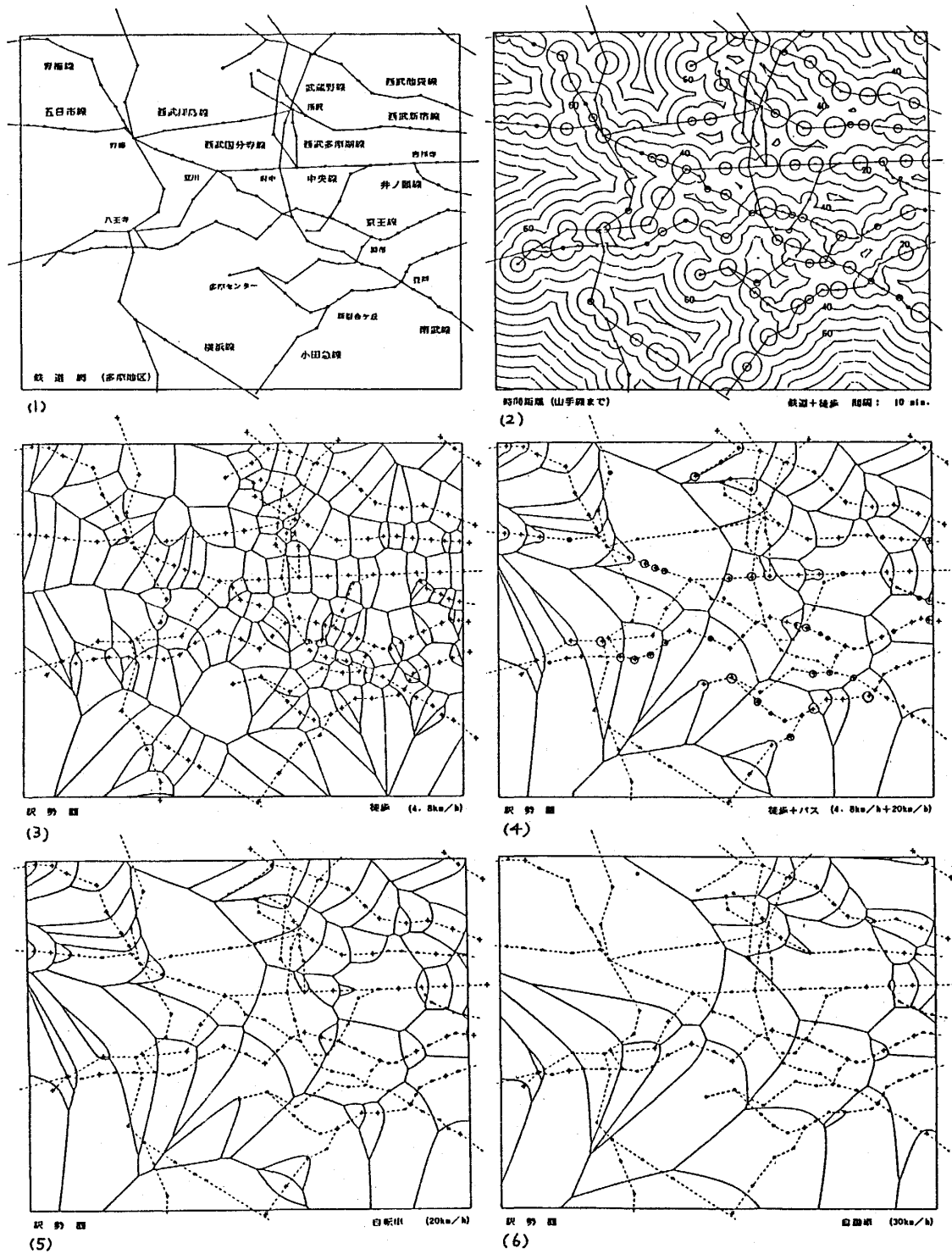


図5 多摩地区の駅勢力圏

プーチのための二次交通手段として徒歩 (80m/分), 徒歩+バス (500m まで徒歩, それ以上は 20 km/時のバス), 自転車 (20 km/時), 自動車 (30 km/時) を想定^{註7)}し, 各手段別の山手線への時間距離 (図 5-(2) は徒歩の場合) を算定し, 駅勢力圏を求めている。(図 5-(3)~(6), +印のついた駅が各領域の中心となる駅) これらの図から, 高速な二次交通

手段を利用するほど、急行等の停まる駅の駅勢圏が大きくなってゆく様子が良くわかるであろう。

更にモデルを複雑にすると、中心として点ではなく線型のものを考えることが出来る。図3- (3)- a は等勾配と仮定したモデルであるが、この場合、線型の中心により規定される領域は空間曲線として与えられた中心に沿って円錐形を移動させた時の包絡面になっている。線型の中心がいくつかある場合の領域分割の有様が図3- (3)- b に示されているが、このモデルは、例えば線型の商店街がいくつかあった場合の商圈の決定などに容易に応用できるものである。なお、等勾配の仮定の下での線型の中心は、先に述べた閉曲線図形の立体化に伴う R^* に相当していることに注意されたい。

4. おわりに

以上、地域分析における形態的モデルとそこに表わられたいくつかの構造・領域概念について説明を行ってきたが、従来はこうしたモデルに対して実際に作図を行なうことは多大の労力を要し、少し複雑なものに対しては作図は殆んど不可能な状態にあった。それが近年コンピューター・グラフィックスが発達することにより、容易に図化が行なわれるようになり、実際の計画のレベルにモデルを組み込むことが可能になりつつある。地域分析における“形”の扱いは未熟ではあるが、現実の局面からの要請に答えるためにも、新たな形態的な解析手法の開発が続けられねばならない。

註

註1) 国勢調査に基づく総理府統計局の地域メッシュデータ(3次)を使用しているが、作図に際してはスムージングを施してある。

註2) Clark モデルは、都心からの距離を x 、人口密度を ρ とした時に、 $\rho = ae^{-bx}$ ($a, b > 0$) が成立していると仮定するもので、首都圏への適用に際しては、東京駅を中心とし、半径 30 km 以内(但し海を除く)の 183 のメッシュから回帰を行なっている。

註3) Sherratt モデル: $\rho = ae^{-bx^2}$ ($a, b > 0$)

Newling モデル: $\rho = ae^{bx-cx^2}$

註4) R^* の中心概念としての特性のひとつに、 R^* を変形させてもある範囲内では閉曲線の周長を面積(立体化して考える場合には体積)が保存されるというのがある。

註5) 地域分析では Voronoi 分割により生ずる多角形を Thiessen 多角形と呼ぶ。

註6) 急行等があればそれを利用し、乗り換えが必要な場合には相当時間を見込む。

註7) 二次交通の所要時間は、直線距離/速度とし、実際の道路網、交通網は考慮していない。

参 考 文 献

- 原 広司, 芦川 智, 藤井 明: 活動等高線 (AC) についての基礎研究, 生産研究, 1972.
 藤井 明: 活動等高線 (AC) に関する研究, 日本建築学会論文報告集, 1978.
 芦川 智: 活動等高線についての基礎研究, 日本建築学会論文報告集, 1979.
 Haggett, P. : *Locational Analysis in Human Geography*, Edward Arnold, London, 1965.

乱 流 の 秩 序 構 造

農工大・教養 高 木 隆 司

§ 1. はじめに

乱流の秩序構造という概念はそれほど古いものではなく, だいたい過去 10 年間の間に注目を浴び, 盛んに研究され出した。一般的には, 筆者による解説¹⁾を参照していただくとして, ここでは形の出現という面から説明することにしたい。だいたい「乱流」と「秩序構造」とは相反する概念である。乱流とは, 煙突から出る煙や急流を下る川の水から想像されるように非常に乱雑な流れであるから, 分子混屯と同様にあらゆる構造を壊すように働くはずである。ところが, ある種の乱流では, その中にある決ったタイプの構造が現れ, それがかなりの時間生き続けるのである。乱れがあるにもかかわらず秩序が出現するためには, 熱力学の類推からわかるように, 外からの何らかの方法によるエネルギー注入が必要である。秩序構造は, エネルギーを絶えず受取ることによって, 乱雑な乱れの中で一定の形態を保つものと解釈することができる。そのエネルギー源は乱流の平均流部分なのであるが, 具体的な例を以下に説明して, 大ざっぱに概念をつかむようにしたい。

その前に, 流体力学にまだ慣れていない読者のために, 簡単に乱流の説明をしておく。例えば円筒から噴出した噴流 (jet) を考えよう。円筒からの噴流だから, 円筒座標系 (r, θ, X) を採用しよう (図 1)。その中に測定端子をさし込めば, 任意の場所で任意時刻 t の X 方向流速 u を測ることができる。 u は r, θ, X, t の関数である。ところが, 測定値 u を時間平均すると, 装置の対称性から, 平均値は t 以外に θ にも依らなくなることが直感的に理解できるであろう。これを平均流と呼び, $\bar{u}(r, X)$ と表わす。各瞬間の流速 u の \bar{u} からのずれを u' と